

Dr. Dženan Gušić, redovni profesor na Odsjeku za matematičke i kompjuterske nauke Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, doktor matematičkih nauka, naučne oblasti: „Analiza“ i „Teorijska kompjuterska nauka“, **predsjednik**;

Dr. Senada Kalabušić, redovna profesorica na Odsjeku za matematičke i kompjuterske nauke Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, doktor matematičkih nauka, naučna oblast: „Primijenjena matematika“, **član**;

Dr. Esmir Pilav, redovni profesor na Odsjeku za matematičke i kompjuterske nauke Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, doktor matematičkih nauka, naučna oblast: „Primijenjena matematika“, **član**.

VIJEĆU PRIRODNO-MATEMATIČKOG FAKULTETA UNIVERZITETA U SARAJEVU

PREDMET: Izvještaj Komisije za pripremanje prijedloga za **izbor nastavnika u zvanje redovnog profesora (prijevremeni izbor)** za oblast *Teorijska kompjuterska nauka* na Univerzitetu u Sarajevu – Prirodno-matematički fakultet, Odsjek za matematičke i kompjuterske nauke

Na osnovu člana 69. stav (1) tačka f) i člana 123. Zakona o visokom obrazovanju („Sl. nov. Kantona Sarajevo“ broj 36/22), člana 111. Statuta Univerziteta u Sarajevu, Odlukom Vijeća Univerziteta u Sarajevu – Prirodno-matematičkog fakulteta u Sarajevu broj 01/06-205/2-2023 od 08.02.2024. godine, a na osnovu prijedloga Vijeća Odsjeka za matematičke i kompjuterske nauke od 25.01.2024. godine, imenovani smo u Komisiju za pripremanje prijedloga za izbor **NASTAVNIKA** u zvanje **REDOVNOG PROFESORA (prijevremeni izbor)** za oblast: „*Teorijska kompjuterska nauka*“ na Univerzitetu u Sarajevu – Prirodno-matematički fakultet, Odsjek sa matematičke i kompjuterske nauke – 1 izvršilac sa punim radnim vremenom.

Na raspisani konkurs objavljen 04.01.2024. godine u dnevnom listu „*Dnevni Avaz*“, na web-stranici Fakulteta, i na web-stranici Univerziteta u Sarajevu, prijavio se jedan kandidat – **Prof. dr. Adis Alihodžić**, vanredni profesor na Odsjeku za matematičke i kompjuterske nauke Univerziteta u Sarajevu – Prirodno-matematičkog fakulteta. Nadležna komisija Fakulteta je potvrdila blagovremenost i urednost prijave i usklađenost s konkursom (Potvrda br. 02/01-117/2-2024 od 23.01.2024. i Potvrda br. 02/01-117/3-2024 od 09.02.2024.) Potvrda o potpunosti prijave br. 02/01-117/3-2024 od 09.02.2024. godine čini sastavni dio ovog Izvještaja.

Na osnovu člana 124. Zakona o visokom obrazovanju ("Sl. nov. Kantona Sarajevo" 36/22), na osnovu Statuta Univerziteta u Sarajevu, Upute o realizaciji izbora u isto ili više akademsko zvanje na Univerzitetu u Sarajevu u skladu sa uslovima propisanim ranijim Zakonom, uvida u dokumentaciju koja nam je prosljeđena, kao i na osnovu poznavanja rada kandidata, podnosimo sljedeći

IZVJEŠTAJ

1. Biografski podaci

Dr. Adis Alihodžić rođen je 13. novembra 1981. godine u Peći, općina Peć, država Srbija. Osnovnu i srednju školu završio je u Peći. Kao učenik generacije 2001. godine upisuje studij na Odsjeku za matematiku Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, smjer *Matematika i teorijska kompjuterska nauka*. Kao student postigao je zapažene rezultate, te je u trećoj godini studija uradio stručni rad pod nazivom „Voronoi dijagram“. Kandidat je decembra 2006. godine diplomirao sa ocjenom 10 na temu „*Fortune's algoritam za računanje Voronoi dijagrama*“, pod mentorstvom Prof. dr. Željka Jurića, te je time stekao stručni naziv „*Diplomirani matematičar-informatičar*“.

Kandidat je septembra 2009. godine učestvovao u Grazu na seminaru *Matematičkog modeliranja* na temu: „Primjena IT tehnologija u matematičkom modeliranju“.

Odlukom Nastavno-naučnog vijeća Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, dana 04.10.2007. godine, kandidat je izabran u zvanje asistenta na oblast *Teorijska kompjuterska nauka* na Odsjeku za matematiku. Krajem 2007. godine, Adis Alihodžić je upisao postdiplomski studij na Prirodno-matematičkom fakultetu, smjer *Teorijska kompjuterska nauka*. Dana 14.7.2011. godine kandidat je odbranio magistarsku tezu pod nazivom: „*Rekonstrukcija višedimenzionalnih slika iz projekcija pomoću integralnih transformacija sa primjenama u medicini*“, koja je rađena pod mentorstvom Prof. dr. Željka Jurića. Time je kandidat stekao naučni stepen *Magistra matematičkih nauka*, smjer *Teorijska kompjuterska nauka*.

Doktorsku disertaciju pod nazivom „*Poboljšanje optimizacije metabeuristike algoritma slijepog miša za probleme sa ograničenjima*“, kandidat je uspješno odbranio 22.01.2016. godine pred komisijom u sastavu: prof. dr. Senada Kalabušić (predsjednik), prof. dr. Milan Tuba (mentor) i Dr. Xin-She Yang (član) i time stekao naučni stepen doktora matematičkih nauka.

Krajem decembra 2011. godine, kandidat je izabran u zvanje višeg asistenta na oblast *Teorijska kompjuterska nauka*. Kandidat je na Odsjeku za matematiku izvodio vježbe iz predmeta: Uvod u matematičku logiku, Uvod u matematičko modeliranje, Uvod u računare, Osnove računarstva, Uvod u veb dizajn, Računarske mreže, Teorija podataka, Kompjuterska geometrija, Računarska grafika, Operativni sistemi, Vještačka inteligencija, Mrežno i veb programiranje, Napredne baze podataka, Dinamički veb sistemi, Matematske metode u obradi i vizualizaciji digitalne slike, Softversko inženjerstvo, Napredne programerske tehnike, Fuzzy sistemi i neuronske mreže.

Odlukom Senata Univerziteta u Sarajevu, dana 29.06.2016. godine, kandidat je izabran u zvanje docenta na oblast *Teorijska kompjuterska nauka* na Odsjeku za matematiku. Izvodio je i izvodi nastavu iz predmeta: Računarski sistemi, Kompjuterska geometrija, Baze podataka, Programiranje II, Uvod u matematičko modeliranje, Dinamički web sistemi, Mašinsko učenje, Web programiranje II, Mrežno programiranje, Matematske metode u obradi i analizi digitalne slike, Neuralne mreže, Napredne baze podataka, Metaheuristike.

U zvanje vanrednog profesora za oblast *Teorijska kompjuterska nauka* na Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Sarajevu izabran je Odlukom Senata Univerziteta u Sarajevu 23.12.2019. godine.

Adis Alihodžić govori engleski jezik. Posjeduje izuzetne vještine u korištenju softverskih aplikacija: MS Office, Corel Draw, Macromedia Dreamweaver, Adobe Photoshop, 3D Studio max, Auto Cad, QuarkXPress, operativnih sistema: DOS, Unix, Minix, Linux, Macintosh, Windows, sistema za upravljanje bazama podataka: Dbase, Paradox, Fox Pro, MS Access, Mysql, Oracle, programskih jezika: Basic, VBasic, Clipper, Pascal, Delphi, Fortran, Prolog, Algol, Lisp, C, C++, C#, Java, Python, PHP, Java Script, HTML, CSS, Matlab, Mathematica, TeX (i svi paketi koji rade pod TeX-om).

2. Naučno-istraživački rad i stručno usavršavanje

2.1. Do posljednjeg izbora

2.1.1. Naučni radovi

- [1] **Adis Alihodzic**, Eva Tuba, Milan Tuba, An Improved Extreme Learning Machine Tuning by Flower Pollination Algorithm, *Studies in Computational Intelligence*, vol. 855, 855. Springer, Cham, 2019, DOI: 10.1007/978-3-030-28553-1_5.
- [2] Vanes Mešić, Knut Neumann, Ivica Aviani, Elvedin Hasović, William J. Boone, Nataša Erceg, Vladimir Grubelnik, Ana Sušac, Džana Salibašić Glamočić, Marin Karuza, Andrej Vidak, **Adis Alihodžić**, and Robert Repnik, *Measuring students' conceptual understanding of wave optics: A Rasch modeling approach*, *Physical review physics education research*, vol. 15, no. 1, DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.010115, 2019.
- [3] **Adis Alihodzic**, Damir Hasic, Elmedin Selmanovic, An Effective Guided Fireworks Algorithm for Solving UCAV Path Planning Problem, *NMA 2018: Numerical Methods and Applications, International Conference on Numerical Methods and Applications*, vol. 11189, pp 29-38, ISBN: 978-3-030-10691-1, DOI: 10.1007/978-3-030-10692-8_3, Springer Nature Switzerland AG 2019
- [4] **Alihodzic A.**, Smajlovic H., Tuba E., Capor Hrosik R., Tuba M. (2019) Adjusted Artificial Bee Colony Algorithm for the Minimum Weight Triangulation. In: Yadav N., Yadav A., Bansal J., Deep K., Kim J. (eds) *Harmony Search and Nature Inspired Optimization Algorithms. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 741, pp. 305-317, 2018, Springer, Singapore
- [5] Eva Tuba, Raka Jovanovic, Romana Capor-Hrosik, Adis Alihodzic and Milan Tuba: Web Intelligence Data Clustering by Bare Bone Fireworks Algorithm Combined with K-Means, In: *Proceedings of the 8th International Conference on Web Intelligence, Mining and Semantics, WIMS '18*, pp. 1-8, ACM, 2018, ISBN: 978-1-4503-5489-9, DOI: 10.1145/3227609.3227650
- [6] Nedzad Dukic, Dzenan Gusic, Amela Muratovic-Ribic, **Adis Alihodzic**, Edin Tabak, Haris Dukic, From Fuzzy Dependences to Fuzzy Formulas and Vice Versa, for Kleene-Dienes Fuzzy Implication Operator, *WSEAS Transactions on Systems and Control*, vol. 13, 2018.

- [7] Eva Tuba, Romana Capor-Hrosik, **Adis Alihodzic** and Milan Tuba, Drone Placement for Optimal Coverage by Brain Storm Optimization Algorithm, Hybrid Intelligent Systems, International Conference on Health Information Science HIS 2017, vol. 734, pp. 167-176, isbn: 978-3-319-76350-7, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-76351-4_17, Springer, Cham.
- [8] **Adis Alihodzic**, Training Feed-Forward Neural Networks Employing Improved Bat Algorithm for Digital Image Compression. In: Lirkov I., Margenov S. (eds) Large-Scale Scientific Computing. LSSC 2017. Lecture Notes in Computer Science (LNCS), vol. 10665, pp. 315-323, issn: 978-3-319-73441-5, doi:10.1007/978-3-319-73441-5_33, Springer, Cham
- [9] **Adis Alihodzic**, Eva Tuba, Dana Simian, Viktor Tuba, Milan Tuba, Extreme Learning Machines for Data Classification Tuning by Improved Bat Algorithm, Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), 2018.
- [10] Eva Tuba, Romana Capor-Hrosik, **Adis Alihodzic**, Raka Jovanovic, Milan Tuba, Chaotic elephant herding optimization algorithm, In: Proceedings of 2018 IEEE 16th World Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMi), Feb. 7-10, 2018, Kosice, Slovakia, IEEE, pp. 213-216, ISBN: 978-1-5386-4772-1, DOI: 10.1109/SAMI.2018.8324842
- [11] **Adis Alihodzic**, Eva Tuba, Romana Capor-Hrosik, Edin Dolicanin, Milan Tuba, Unmanned aerial vehicle path planning problem by adjusted elephant herding optimization, In: Proceedings of the 25th Conference on Telecommunications Forum Telfor (TELFOR'17), 21-22 November 2017, Belgrade, Serbia, IEEE, pp. 804-807, DOI:10.1109/TELFOR.2017.8249468
- [12] Eva Tuba, Ira Tuba, Diana Dolicanin-Djekic, **Adis Alihodzic** and Milan Tuba: Efficient Drone Placement for Wireless Sensor Networks Coverage by Bare Bones Fireworks Algorithm, IEEE 6th International Symposium on Digital Forensic and Security (ISDFS 2018), Antalya, Turkey, March, 22-25, 2018
- [13] Eva Tuba, **Adis Alihodzic**, Milan Tuba, Multilevel image thresholding using elephant herding optimization algorithm, In: Proceedings of 2017 14th International Conference on Engineering of Modern Electric Systems (EMES), 1-2 June, 2017, Oradea, Romania, IEEE, ISBN: 978-1-5090-6073-3, DOI: 10.1109/EMES.2017.7980424
- [14] Viktor Tuba, **Adis Alihodzic**, Milan Tuba, Multi-Objective RFID Network Planning with Probabilistic Coverage Model by Guided Fireworks Algorithm, In: Proceedings of 10th International Symposium on Advanced Topics in Electrical Engineering (ATEE), pp. 882-887, 2017, IEEE, ISBN: 978-1-5090-5160-1, DOI: 10.1109/ATEE.2017.7905125
- [15] **Adis Alihodzic**, Fireworks Algorithm with New Feasibility-Rules in Solving UAV Path Planning, In: Proceedings of the 2016 International Conference on Soft Computing and Machine Intelligence (ISCMi 2016), pp. 53-57, IEEE and INNS-India Regional Chapter, ISBN-13: 978-1-5090-3696-7
- [16] **Adis Alihodzic**, Eva Tuba, Milan Tuba, An Upgraded Bat Algorithm for Tuning Extreme Learning Machines for Data Classification, In: Proceedings of the Conference: the Genetic

and Evolutionary Computation Conference Companion, GECCO '17 Companion, Berlin, Germany, July, 2017, pp. 125-126, DOI: 10.1145/3067695.3076088

- [17] Milan Tuba, Nebojsa Bacanin, **Adis Alihodzic**, *Multilevel Image Thresholding by Fireworks Algorithm*, In: Proceedings of the 25th International Conference Radioelektronika, April, 21-23, 2015, Pardubice, Czech Republic, IEEE & Čes, pp. 326-330, ISBN: 978-1-4799-8117-5, DOI: 10.1109/RADIOELEK.2015.7129057
- [18] **Adis Alihodzic**, Milan Tuba, *Improved Bat Algorithm Applied to Multilevel Image Thresholding*, *The Scientific World Journal, special issue Computational Intelligence and Metaheuristic Algorithms with Applications*, 2014, vol. 2014 (2014), no. Article ID 176718, pages 16, doi:10.1155/2014/176718
- [19] Milan Tuba, **Adis Alihodzic**, Nebojsa Bacanin, *Cuckoo Search and Bat Algorithm Applied to Training FeedForward Neural Networks*, ISBN:978-3-319-13825-1, *Recent Advances in Swarm Intelligence and Evolutionary Computation, Studies in Computational Intelligence, Vol. 585*, Springer International Publishing Switzerland, DOI 10.1007/978-3-319-13826-8_8, 2015, pp. 139-162.
- [20] Adis Alihodzic, Milan Tuba, *Improved Hybridized Bat Algorithm for Global Numerical Optimization*, In: Proceedings of the 16th IEEE International Conference on Computer Modelling and Simulation (UKSim-AMSS '14), March 26-28, 2014, Cambridge, UK, IEEE, pp. 57-62, ISBN: 978-1-4799-4923-6, DOI:10.1109/UKSim.2014.97
- [21] Milan Tuba, Nebojsa Bacanin, **Adis Alihodzic**, *Firefly algorithm for multi-objective RFID network planning problem*, In: Proceedings of the 22nd Conference on Telecommunications Forum Telfor (TELFOR'14), November 25-27 2014, Belgrade, Serbia, IEEE, pp. 95-98, ISBN: 978-1-4799-6190-0, DOI:10.1109/TELFOR.2014.7034365
- [22] **Adis Alihodzic**, Nedžad Dukic, *Comparisons of algorithms for image reconstruction in the plane: C with MEX vs. MATLAB*, Technics Technologies Education Management (ITEM), 2013, vol. 8, no. 4, ISSN: 1840-1503, e-ISSN: 1986-809X
- [23] **Adis Alihodzic**, Milan Tuba, *Bat Algorithm (BA) for Image Thresholding*, In: Proceedings of the 12th International Conference on Signal Processing (SIP '13), Septembar 17-19, 2013, Baltimore, MD, USA, WSEAS, pp. 364-369, ISBN: 978-960-474-330-8, <http://www.wseas.us/e-library/conferences/2013/Baltimore/TESIMI/TESIMI-50.pdf>
- [24] Milan Tuba, Nebojsa Bacanin, **Adis Alihodzic**, *Multilevel Image Thresholding by Fireworks Algorithm*, In: Proceedings of the 25th International Conference Radioelektronika, April, 21-23, 2015, Pardubice, Czech Republic, IEEE & Čes, pp. 326-330, ISBN: 978-1-4799-8117-5, DOI: 10.1109/RADIOELEK.2015.7129057

2.1.2. Radovi izlagani na naučnim konferencijama

1. **Adis Alihodzic**, Damir Hasic, Elmedin Selmanovic, An Effective Guided Fireworks Algorithm for Solving UCAV Path Planning Problem, International Conference on Numerical Methods and Applications, Borovets, Bulgaria, August, 20-24, 2019.
2. Eva Tuba, Ira Tuba, Diana Dolicanin-Djekic, **Adis Alihodzic** and Milan Tuba: Efficient Drone Placement for Wireless Sensor Networks Coverage by Bare Bones Fireworks Algorithm, IEEE 6th International Symposium on Digital Forensic and Security (ISDFS 2018), Antalya, Turkey, March, 22-25, 2018
3. **Adis Alihodzic**, Training Feed-Forward Neural Networks Employing Improved Bat Algorithm for Digital Image Compression, Large-Scale Scientific Computing LSSC 2017.
4. **Adis Alihodžić**, Fireworks Algorithm with New Feasibility-Rules in Solving UAV Path Planning, International Conference on Soft Computing and Machine Intelligence (ISCMi 2016), November 23-25, 2016, Dubai, UAE.
5. **Adis Alihodzic**, Milan Tuba, Framework for Bat Algorithm Optimization Metaheuristic, In: Proceedings of the 4th International Conference on Bioscience and Bioinformatics (ICBB '13), August 27-29, 2013, Chania, Crete Island, Greece, WSEAS, pp. 157-162, isbn: 978-960-474-326-1, <http://www.wseas.us/e-library/conferences/2013/Chania/BIOMED/BIOMED-25.pdf>
6. **Adis Alihodzic**, Nedžad Dukic, *Fuzzy Formulas in Data Modeling*, MASSEE INTERNATIONAL CONGRESS ON MATHEMATICS, MICOM'12, September, 19-23, 2012, Sarajevo, BiH, MASSEE & BIH-UM
7. Alihodžić Almir, Zečić Dževad, Erić Dejan, **Alihodžić Adis**, *Mogućnost primjene savremene portfolio teorije na tržište kapitala Bosne i Hercegovine*, Konferencija razvoj poslovanja 2010, Zbornik radova, Business Development Conference 2010, Ekonomski fakultet Univerziteta u Zenici, ISSN 1840-4006, str. 199-212.

2.1.3. Stručni radovi

1. Alihodžić Asib, Sarvan Muhamed, Alihodžić Adis, *Teorijska istraživanja – interakcijske analize, osnove interakcijske analize*, Užice, januar 2008.
2. Adis Alihodžić, Almir Alihodžić, Asib Alihodžić, *Optimizacija lokacije potrošnje putem Voronoi dijagrama*, Finansije, 2010, UDK: 711:55.519.87
3. Adis Alihodžić and Nedžad Dukić, *Comparisons of Algorithms for 3D Medical Image Reconstruction and Filtering*, Arhivska praksa, 2013.

2.1.4. Naučno-istraživački projekti

1. Fuzzy relacione baze i fuzzy formule, Kantonalno ministarstvo Obrazovanja, Sarajevo, 2008./2009. (*član u projektu*) (voditelj prof. dr. Nedžad Dukić)

2. Mathematical modelling I, II, *TEMPUS project "SEE Doctoral Studies in Mathematical Sciences"*, Skadar, 2009/2010 (član u projektu) (voditelj F. Kappel)

2.1.5. Mentorstva

Prof. dr. Adis Alihodžić je bio mentor tri uspješno odbranjena završnja rada na II ciklusu studija:

1. Haris Smajlović, „*Primjena heurističkih algoritama za rješavanje minimum-weight triangulation problema*“, rad je odbranjen na Odsjeku za matematiku PMF 21.09.2017. godine.
2. Zlatan Saković, „*Neka unapređenja algoritama iz obrade slike za prepoznavanje lica*“, rad je odbranjen na Odsjeku za matematiku PMF 17.11.2017. godine
3. Džana Drino, „*Neke primjene osobina fraktala za kompresiju 2D medicinskih slika*“, rad je odbranjen na Odsjeku za matematiku PMF 12.7.2018. godine

2.1.6. Objavljene knjige

Jedan je od autora udžbenika u izdanju Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Sarajevu

Adis Alihodžić, Nedžad Dukić, *Uvod u dinamičke web sisteme*, Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu, 2017.

2.1.7. Naučno-istraživački projekti

Doc. dr. Adis Alihodžić je član naučno-istraživačkog projekta pod nazivom „Fuzzy sistemi i formule u oblasti vještačke inteligencije“ voditelja Prof. Dr. Nedžada Dukića, dobivenog od strane Federalnog ministarstva obrazovanja i nauke, 2016.

2.1.8. Recenzije

Prof. dr. Adis Alihodžić bio je recenzent udžbenika „*Operativni sistemi*“, autora Samira Ribića,

Prof dr. Adis Alihodžić bio je recenzent udžbenika „*Uvod u programiranje – elementi teorije sa zbirkom riješenih zadataka*“, autora Elemedina Selmanovića i Seada Delalića, u izdanju Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Sarajevu.

2.2. Od posljednjeg izbora

2.2.1. Naučni radovi

- [1] Anela Hrnjičić, **Adis Alihodžić** - *Measuring students' conceptual understanding of real functions: A Rasch model analysis*, International Electronic Journal of Mathematics Education, vol. 19, no. 1, 2023, DOI: <https://doi.org/10.29333/iejme/13942>

U ovom radu je urađeno mjerenje studentskog konceptualnog razumijevanja realnih funkcija korištenjem Rasch-ovog modela. Razumijevanje koncepata vezanih za realnu funkciju je od suštinskog značaja za učenje matematike. Da bi se utvrdilo kako učenici razumiju ove koncepte, potrebno je imati odgovarajući alat za mjerenje. U ovom radu kreirali smo web aplikaciju koristeći 32 stavke iz **konceptualnog razumijevanja realnih funkcija** (eng. *Conceptual understanding of real functions*, **CURF**). Proveli smo psihometrijsku analizu koristeći Rasch-ov model na 207 studenata prve godine. Analiza je pokazala da je CURF model pouzdan i validan instrument za mjerenje *konceptualnog razumijevanja realnih funkcija učenika*. U radu test koji je korišten je jednodimenzionalan; svi predmeti su u skladu sa konstrukcijom i imaju odličnu statistiku uklapanja predmeta. Rezultati rada pokazuju da su stavke nezavisne jedna od druge i nepristrasne prema polu i srednjoškolskom obrazovanju učenika.

Rad je indeksiran u sljedećim bazama: Web of Science, SCOPUS, EBSCO Education Source Complete, The Mathematics Information Service.

- [2] **Adis Alihodzic**, Eva Tuba, Milan Tuba, *Optimal Parameters Selection of Support Vector Machines Using Bat Algorithm*, ICECCME 2023 Proceedings, IEEE Xplore, pp. 1-5, 2023, DOI: <https://doi.org/10.1109/ICECCME57830.2023.10252635>

U ovom radu opisana je optimalna selekcija parametara mašina potpornih vektora korištenjem **algoritma slijepog miša** (eng. *Bat algorithm*). Proces odabira parametara je globalni kombinatorni problem optimizacije koji pozitivno utiče na tačnost klasifikacije u mnogim oblastima nauke, posebno u vještačkoj inteligenciji i mašinskom učenju. U ovom radu predložena dvostepena BA-SVM metoda, pri čemu je u prvoj fazi BA-SVM metode, algoritam slijepih miševa upotrijebljen za traženje optimalnih parametara kod **mašina potpornih vektora** (eng. *Support Vector Machines*, **SVM**), dok je u drugoj fazi za generiranje prihvatljivih rezultata klasifikacije eksploatisana tehnika mašinskog učenja **jedan na prema jedan** (eng. *One-Versus-One*). Predložena BA-SVM metoda je rprimijenjena na standardnim benčmark problemima i upoređena sa tri tehnike iz literature. Eksperimenti pokazuju da je BA-SVM pristup u svim slučajevima bio superiorniji u odnosu na “state-of-the-art” klasifikacijske metode iz literature.

Rad je indeksiran u sljedećim bazama: SCOPUS , IEEE Xplore, Google Scholar.

- [3] **Adis Alihodzic**, Eva Tuba, Milan Tuba, *Adjusted Harris Hawks Optimization for the Minimum Weight Triangulation*, ICECCME 2023 Proceedings, IEEE Xplore, pp. 1-6, 2023, DOI: <https://doi.org/10.1109/ICECCME57830.2023.10252267>

U ovom radu opisan je postupak za traženje triangulacije najmanje težine baziran na prilagođenoj verziji Harris Hawks optimizacije odnosno na upotrebi algoritma za “lovljenje” Harrisovih jastrebava. Poznato je da je triangulacija fundamentalna predradnja u kompjutacionoj geometriji, te da predstavlja osnovu u radu sa složenim geometrijskim objektima. Pretprocesiranje bazirano na triangulaciji se koristi u različitim poljima, kao što su: *modeliranje terena, generisanje mreže konačnih elemenata, obrada slike, kompjuterski vid*, itd. Izrada trianguliranih nasumičnih mrežnih modela kontura zemljišta je veoma poznati NP-težak problem koji se zove **triangulacija najmanje težine** (eng. *Minimum Weight Triangulation*, **MWT**). Kako je to NP-težak problem, vrijeme potrebno za tehniku **iscrpane pretrage** (eng. *Exhaustive search*, **ES**) raste, čim se poveća broj tačaka u ravni. Kako bi se riješio ovaj problem, algoritmi inteligencije rojeva inspirirani prirodom se koriste kao efikasne

tehnike optimizacije. U ovom radu smo prilagodili nedavno osmišljeni pristup Harris Hawks optimizacije (HHO) za traženje triangulacije minimalne težine planarnog skupa tačaka. Eksperimentirali smo sa našim prilagođenim HHO pristupom na različitim nasumično generiranim instancama 2D tačaka, koje smo po prvi put kreirali kroz dataset online dostupan svim istraživačima, koji će se razvijajući nove metode takmičiti sa našom metodom. Rezultati koje smo dobili pokazuju da je naša metoda robusna, te da ona daje bolje rezultate u gotovo svim slučajevima u poređenju sa drugim “state-of-the-art” algoritama inspiriranih prirodom iz literature.

Rad je indeksiran u sljedećim bazama: SCOPUS , IEEE Xplore, Google Scholar.

- [4] Hrnjičić, A., Alihodžić, A., Čunjalo, F., Hamzić Kamber, D., *Development of an Item Bank for Measuring Students' Conceptual Understanding of Real Functions*, European Journal of Science and Mathematics Education 10 (2022), no. 4, pp. 455-470, doi: <https://doi.org/10.30935/scimath/12222>

U ovom radu opisan je razvoj banke ajtema za mjerenje konceptualnog razumijevanja realnih funkcija studenata. Poznato je da studenti imaju mnogo zabluda o konceptima vezanim za funkciju. Otkrivanjem zabluda pomoću odgovarajućeg mjernog instrumenta, možemo odrediti koje promjene trebamo unijeti u kurikulum realnih funkcija kako bismo poboljšali ishode učenja. Stoga smo dizajnirali banku (bazu) ajtema za mjerenje konceptualnog razumijevanja realnih funkcija sa ajtemima koje zahtijevaju mogućnost prelaska sa jedne reprezentacije istog koncepta na drugu. Anketiranjem univerzitetskih profesora, izvršili smo stručnu ocjenu i sadržajnu valjanost testa. Ukupno 36 zadataka sa višestrukim izborom zasnovanih na konceptima koji se odnose na realnu funkciju sa jednim tačnim odgovorom i tri distraktora, testirano je na terenu putem ankete bazirane na papiru i olovci, koja je obuhvatila 80 studenata bruoša Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Sarajevu. Anketiranjem studenata provjerili smo tehničke karakteristike predmeta i njihovu kognitivnu valjanost. Rezultati anketiranja univerzitetskih profesora i studenata pokazuju da test ispunjava zahtjeve sadržaja i kognitivne valjanosti. Rezultati analize zadataka (indeks težine zadataka, indeks diskriminacije zadataka i biserijski koeficijent) i analize testa (pouzdanost testa i Fergusonova delta), pokazuju da 32 od 36 zadataka imaju dobre psihometrijske karakteristike, te su pouzdane za mjerenje studentskog razumijevanja i vještina u uvodnim kursevima matematike na univerzitetima. Primijetili smo da studenti slabo razumiju određene pojmove, bez obzira na reprezentaciju, te da ne postoji koordinacija između reprezentacija istog pojma.

Rad je indeksiran u sljedećim bazama: SCOPUS, ERIC, ERIH, Google Scholar, Sherpa Romeo.

- [5] Alihodzic, A., Tuba, E., Tuba, M., *Two-Phase Algorithm for Solving Vehicle Routing Problem with Time Windows*, Numerical Methods and Applications, NMA 2022, Lecture Notes in Computer Science, vol 13858, Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-32412-3_2

U ovom radu opisan je dvofazni algoritam za rješavanje problema rutiranja vozila sa vremenskim prozorima. Poznato je da određivanje optimalnog broja vozila i traženje najkraćih udaljenosti proizvedenih sa njima predstavlja NP težak problem. Mnogi problemi distribucije u stvarnim aplikacijama mogu se izraziti kao **problemi rutiranja vozila sa vremenskim okvirima** (eng. *Vehicle Routing Problems with Time Windows, VRPTW*), gdje je glavni cilj minimizirati veličinu flote i dodijeliti niz kupaca svakom vozilu u floti, minimizirajući ukupnu pređenu udaljenost, tako da se opslužuju svi

kupci i da ukupna potražnja koju opslužuje svako vozilo ne prelazi njegov kapacitet. Za rješavanje ovog problema, u ovom radu je primijenjen efikasan dvofazni pristup. Predložena metoda u prvoj fazi dijeli flotu kupaca u manje klasterne korištenjem poznatog K-Means algoritma. U drugoj fazi se primjenjuje poznati najsavremeniji CPLEX rješavač za pronalaženje najkraćih ruta između kupaca i najmanjeg broja vozila s kojima se putuje. Eksperimentalna analiza je napravljena na Solomonovom benčmark-u 100, koji sadrži 56 instanci, tako da je svaka instanca sastavljena od 100 Solomonovih kupaca. Eksperimentalni rezultati pokazuju da naš dvofazni pristup može u realnom vremenu isporučiti suboptimalna rješenja vrlo bliska najboljima u literaturi, koja su za gotovo sve instance svih klasa superiornija u odnosu na druge poznate heuristike, koje se koriste za rješavanje VRPTW problema.

Rad je indeksiran u sljedećim bazama: SCOPUS, DBLP, INSPEC, Zentralblatt MATH, Google Scholar.

- [6] Tuba, E., Tuba, I., Hrosik, R.C., **Alihodzic, A.**, Tuba, M., *Image Classification by Optimized Convolution Neural Networks*, Rising Threats in Expert Applications and Solutions, 2022, Lecture Notes in Networks and Systems, vol 434, Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-1122-4_47

U ovom radu urađena je klasifikacija slika primjenom optimiziranih konvolucijskih neuralnih mreža. S obzirom na to da se digitalne slike koriste u gotovo svim naučnim oblastima i da su veliki dio svakodnevnog života, očigledno je da je značaj dobrih metoda za njihovu obradu i analizu od neprocjenjive važnosti. Jedan od najčešćih zadataka u raznim aplikacijama koje koriste digitalne slike je njihova klasifikacija. Revolucionirano poboljšanje u ovoj oblasti postignuto je **konvolucijskim neuralnim mrežama** (eng. *Convolution Neural Networks*, **CNN**). Ove mreže su uspjele postići značajno bolju preciznost klasifikacije u odnosu na ranije predložene i korištene metode. Još bolji rezultati se mogu postići podešavanjem njihovih hiperparametara. Budući da je ovo težak problem optimizacije, algoritmi rojeva inteligencije se mogu uspješno koristiti za ove svrhe. U ovom radu predložen je **Bare bones fireworks** algoritam za podešavanje odabranog podskupa hiperparametara, koji je testiran na benchmark skupu podataka za prepoznavanje rukom pisanih cifara, odnosno na datasetu **MNIST**. Predloženom metodom postignuta je veća tačnost klasifikacije u odnosu na metode iz literature.

Rad je indeksiran u sljedećim bazama: SCOPUS, DBLP, INSPEC, Zentralblatt MATH, Google Scholar.

- [7] E. Tuba, **A. Alihodzic**, U. Tuba, R. Capor Hrosik, M. Tuba, *Swarm Intelligence Approach for Feature Selection Problem*, 2022 10th International Symposium on Digital Forensics and Security (ISDFS), Istanbul, Turkey, 2022, pp. 1-6, doi: <https://doi.org/10.1109/ISDFS55398.2022.9800815>

U ovom radu je metod baziran na inteligenciji rojeva za potrebe efikasnog selektiranja karakteristika (eng. *features*). Problemi sa klasifikacijom bili su dio brojnih primjena iz stvarnog života u oblastima sigurnosti, medicine, poljoprivrede i još mnogo toga. Zbog širokog spektra primjena, postoji stalna potreba za preciznijim i efikasnijim metodama. Pored efikasnijih i boljih algoritama klasifikacije, optimalni skup karakteristika je značajan faktor za bolju tačnost klasifikacije. Općenito, više karakteristika može bolje opisati instance, ali osim što pokazuje razlike između instanci različitih klasa, može obuhvatiti i mnoge sličnosti koje dovode do pogrešne klasifikacije. Određivanje optimalnog skupa karakteristika može se smatrati teškim problemom optimizacije za koji se mogu

koristiti različite metaheuristike, poput algoritama rojeve inteligencije. U ovom radu predložimo adaptaciju algoritma hibridizirane inteligencije roja (SI) za problem selekcije karakteristika. Da bi se testirao kvalitet predložene metode, klasifikacija je urađena K-means algoritmom i testirana je na 17 benchmark skupova podataka iz UCI repozitorija. Rezultati su upoređeni sa sličnim pristupima iz literature u kojima su korišteni SI algoritmi za odabir karakteristika, što dokazuje kvalitetu predložene hibridizirane SI metode. Predložena metoda je postigla bolju tačnost klasifikacije za 16 skupova podataka. Postignuta je veća preciznost klasifikacije uz istovremeno smanjenje broja korištenih karakteristika.

Rad je indeksiran u sljedećim bazama: Web of Science, SCOPUS, DBLP, IEEE Xplore, Google Scholar.

- [8] **Alihodzic, A.**, *Statistical Measurements of Metaheuristics for Solving Engineering Problems*, Recent Advances in Computational Optimization. WCO 2020, Studies in Computational Intelligence, vol 986, Springer, Cham, DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-82397-9_1

U ovom radu obrađena su statistička mjerenja metaheuristika koje se koriste za rješavanje inženjerskih problema. Poređenje rezultata dobijenih pomoću dva ili više algoritama u skupu problema je centralni zadatak u optimizaciji ili mašinskom učenju. Izvlačenje zaključaka iz ovih poređenja može zahtijevati korištenje statističkih alata, kao što je testiranje hipoteza. U ovom radu istraženo je korištenje višestrukih parametarskih statističkih testova za poređenje performansi između hibridiziranog BSGM pristupa i ostalih metaheuristika za rješavanje inženjerskih problema. Hibridizirana BSGM metoda uključuje Bat algoritam, simulirano kaljenje, Gaussovu distribuciju i novi operator mutacije. Predložena BSGM metoda na kritičan način balansira eksploataciju Bat algoritma i globalno eksploraciju simuliranog kaljenja. Uobičajeni inženjerski problemi u literaturi analizirani su u konkurenciji između BSGM pristupa i najnovijih algoritama inteligencije rojeva. Statističkim putem je pokazano da svi algoritmi ne proizvode iste performanse koristeći višestruko analizu varijanse (ANOVA). Sem toga, eksperimentalni rezultati pokazuju da hibridizirana BSGM metoda daje veoma zadovoljavajuće suboptimalne rezultate, te se može uporediti sa najnovijom metaheuristikom u kontekstu generisanja visoko kvalitetnih rješenja, kao i malom broju funkcijskih evaluacija.

Rad je indeksiran u sljedećim bazama: Web of Science, SCOPUS, DBLP, Zentralblatt MATH, Google Scholar.

- [9] **Adis Alihodzic**, Enes Zvornicanin, Fikret Čunjalo, *A Comparison of Machine Learning Methods for Forecasting Dow Jones Stock Index*, Large-Scale Scientific Computing, LSSC, vol. 13127, pp. 209–216, Springer, Cham, 2022, DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-97549-4_24

U ovom radu je napravljena komparativna analiza metoda mašinskog učenja za predviđanje Dow Jones indeksa dionica na berzi. Poznato je da je predviđanje tržišta dionica na berzi izazovan i atraktivan problem za istraživače i investitore, pomažući im da testiraju svoje nove metode i poboljšaju prinose dionica. Posebno u vrijeme finansijske krize, ove metode postaju sve popularnije. Algoritamska rješenja zasnovana na mašinskom učenju se široko koriste među investitorima, počevši od amaterskih do vodećih hedž fondova, poboljšavajući njihove strategije ulaganja. U ovom radu je napravljena opsežna analizu i poređenje nekoliko algoritama mašinskog učenja za predviđanje kretanja Dow Jones indeksa akcija. Ulazne karakteristike za algoritme su postavljeni da budu finansijski indeksi, cijene roba i tehnički indikatori. Algoritmi kao što su: stablo odlučivanja, logistička regresija, neuronske mreže, mašine potpornih vektora, slučajna šuma i AdaBoost, korišteni

su u svrhu poređenja kroz eksperimentalnu analizu. Pretprocesiranje podataka bazirano je na nekoliko tehnika normalizacije i transformacije, kako bi se istražio njihov uticaj na predviđanja spomenutih metoda. Na kraju rada, predstavljeno je nekoliko načina podešavanja hiperparametara metaheuristikama, kao što su: genetski algoritam, diferencijalna evolucija i imunološki algoritam.

Rad je indeksiran u sljedećim bazama: Web of Science, SCOPUS, DBLP, INSPEC, Zentralblatt MATH, Google Scholar.

- [10] **Adis Alihodzic**, Malek Chain, Fikret Čunjalo, *New clustering techniques of node embeddings based on metaheuristics*, Large-Scale Scientific Computing, LSSC, vol. 13127, pp. 201–208, Springer, Cham, 2021, DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-97549-4_23

U ovom radu opisane su nove klasterizacijske tehnike za embediranje čvorova zasnovane na metaheuristikama. Poznato je da **embediranje čvorova** (eng. *Nodes embeddings*) predstavlja moćnu metodu ugrađivanja podataka strukturiranih grafom u niskodimenzionalni prostor uz očuvanje informacija o lokalnom čvoru. Klasterizacija podataka je uobičajeni zadatak predobrade nenadgledanih podataka, koji se koristi za dobijanje najboljeg uvida u ulazni skup podataka. Najistaknutiji algoritam za klasterizaciju je K-Means algoritam. U ovom radu, problem klasterizacije je predstavljen kao problem optimizacije upotrebom funkcije cilja, slijedeći pri tome ideju traženja primjera klastera baziranih na centroidu koji najbolje odgovaraju. Također, primjenjeno je nekoliko optimizacijskih algoritama inspiriranih prirodom, budući da je K-Means algoritam zarobljen u lokalnom optimumu tokom svog izvođenja. Demonstrirama je sposobnost predloženog metoda na nekoliko skupova podataka za klasterizaciju grafova, koji se koriste u embediranju čvorova i zadacima klasterizacije čvorova. Procjena performansi i poređenje predloženog metoda u odnosu na K-Means algoritam su demonstrirani i detaljno razmotreni. Kroz rad je pokazano da predloženi metod generiše zadovoljavajuće rezultate, te je također pokazano da izbor funkcija cilja ima značajnog uticaja na rezultate klasterizacije.

Rad je indeksiran u sljedećim bazama: Web of Science, SCOPUS, DBLP, INSPEC, Zentralblatt MATH, Google Scholar.

- [11] **Adis Alihodzic**, Damir Hasanspahić, Fikret Čunjalo and Haris Smajlović, *Adjusted Bare Bones Fireworks Algorithm To Guard Orthogonal Polygons*, Intelligent Computing. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 284, pp. 341–356, Springer, Cham, 2021, DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-80126-7_26

U ovom radu je primjenjen adaptirani algoritam pod nazivom „Bare Bones Fireworks Algorithm“ za čuvanje ortogonalnih poligona. Danas je poznata rastuća potražnja za javnom sigurnošću i inteligentnim životom, kao i ekspanzija oblasti pod nazivom „Internet of Things“ (IoT)“. Stoga, neophodno je napraviti plan kako postaviti minimalan broj kamera ili čuvara kako bi se postigao siguran nadzor. Optimalno postavljanje kamera je težak kombinatorni problem i može se formulirati kao traženje najmanjeg broja čuvara koji bi pokrili svaku tačku u složenom okruženju. U ovom radu je primijenjen prilagođeni bazni algoritam vatrometa (eng. *Bare Bones Fireworks Algorithm*), kao i jedna deterministička tehnika za rješavanje problema koji se odnosi na optimalno postavljanje kamera. Objekti verzije algoritama su implementirane i testirane na dvije stotine nasumično generiranih ortogonalnih poligona. Prema rezultatima prikazanim u eksperimentalnoj analizi, može se primijetiti da prvi pristup baziran na metaheuristici nadmašuje determinističku metodu praktično u svim slučajevima.

Rad je indeksiran u sljedećim bazama: Web of Science, SCOPUS, DBLP, INSPEC, Zentralblatt MATH, Google Scholar.

- [12] **Adis Alihodzic**, Damir Hasanspahic, Eva Tuba and Milan Tuba, *Application of Adjusted Differential Evolution In Optimal Sensor Placement For Interior Coverage*, Proceedings of Sixth International Congress on Information and Communication Technology. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 235, pp. 155–163, Springer, Singapore, DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-16-2377-6_17

U ovom je radu primjenjena modificirana verzija diferencijalne evolucije za optimalno postavljanje senzora u nekom unutrašnjem okruženju. Poznato je da se određivanje vizualnih senzora u 2D prostoru često može modelirati kao problem **umjetničke galerije** (eng. *Art Gallery Problem*, **AGP**). Zadaci kao što je nadzor, diktiraju pokrivenost unutrašnjosti nekonveksnog poligona sa optimalnim brojem senzora. Optimalno postavljanje senzora je težak kombinatorni problem optimizacije i može se formulisati kao traženje najmanjeg broja senzora koji su dovoljni da pokriju svaku tačku u heterogenom okruženju. U ovom radu je predložen suboptimalni deterministički algoritam, kao i prilagođeni algoritam diferencijalne evolucije za rješavanje optimalnog postavljanja senzora. Obje verzije algoritama su implementirane i testirane na stotinama nasumičnih poligona. Prema rezultatima prikazanim u eksperimentalnoj analizi, može se primijetiti da pristup zasnovan na diferencijalnoj evoluciji nadmašuje determinističku tehniku, kao i druge stohastičke optimizacijske „state-of-the-art“ algoritme za praktično sve instance. Dakle, u realnom vremenu, modificirana verzija diferencijalne evolucije daje najmanji broj senzora u poređenju sa drugim metodama iz literature.

Rad je indeksiran u sljedećim bazama: Web of Science, SCOPUS, DBLP, INSPEC, Zentralblatt MATH, Google Scholar.

- [13] Dž. Gušić, **A. Alihodžić** and S. Nesimović, *On Some Applications of h -generated Fuzzy Implications*, WSEAS Trans. on Systems and Control 15 (2020), pp. 490-507, DOI: <https://doi.org/10.37394/23203.2020.15.49>

U ovom radu se govori o nekim primjenama *h -generiranih Fuzzy implikacija*, koje se koriste da bi se dokazao niz rezultata koji imaju fundamentalni značaj za fuzzy teoriju, vague funkcionalne i viševrijednosne zavisnosti definirane u odnosu na datu šemu. Istraživanje u ovom radu je motivisano činjenicom da neki analogni rezultati već vrijede za porodice f i g generiranih fuzzy implikacija, te činjenicom da ove tri kolekcije implikacija dijele mnogo sličnih zajednička svojstva. Dok su neke od gore navedenih implikacija uvedene kako bi se mogle primijeniti u aproksimativom zaključivanju, rezultati izvedeni u ovom radu predstavljaju glavni alat u procesu automatizacije i također se koriste za dopunu principa rezolucije. Tačnije, glavni rezultat ovog istraživanja tvrdi da ako neka fuzzy vague instanca relacije r ($r=2$) zadovoljava neke fuzzy (vague) funkcionalne ili fuzzy (vague) višeznačne zavisnosti $c \in C$, tada fuzzy formula povezana sa c važi kad god važe sve fuzzy formule povezane sa elementima skupa C . Ono što je još važnije je da je dokazana i suprotna tvrdnja. Važnost rezultata implicira da se ne mora raditi ručna provjera, tj. čista teorijska provjera da C implicira c . Prema tome, da bi se dokazalo da neki C implicira c , dovoljno je iskoristiti princip rezolucije i automatski provjeriti da li skup priloženih fuzzy formula daje ili ne fuzzy formulu pridruženu elementu c . U slučaju potvrdnog odgovora, slijedi željena ovisnost. Istraživanje provedeno u ovom radu predstavlja prirodnu generalizaciju dosadašnjeg istraživanja, budući da uključuje i razmatra oboje, fuzzy i vague teoriju.

Rad je indeksiran u sljedećim bazama: Web of Science, SCOPUS, EBSCO, INSPEC, Zentralblatt MATH, Semantic Scholar, Google Scholar.

- [14] S. Delalić, **A. Alihodžić**, M. Tuba, E. Selmanović and D. Hasić, *Discrete Bat Algorithm for Event Planning optimization*, 2020 43rd International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO), Opatija, Croatia, 2020, pp. 1085-1090, DOI: <https://doi.org/10.23919/MIPRO48935.2020.9245276>

U ovom radu predstavljen je **diskretni algoritam šišmiša** (eng. *Discrete Bat algorithm*) za optimizaciju planiranja događaja. Mnoge javne ličnosti, kompanije i udruženja planiraju događaje u različitim gradovima, a istovremeno imaju aktivne profile na društvenim mrežama. Proces planiranja zahtjeva obradu velike količine podataka i različitih parametara prilikom odabira najboljeg mjesta događaja. Društveni mediji dnevno bilježe veliki broj akcija fanova. Ovaj rad opisuje proces odabira najprikladnijih gradova za organizaciju događaja, uz pomoć podataka prikupljenih sa društvenih mreža. Problem je definiran kao kombinatorni optimizacijski problem. Za rješavanje problema predložen je, implementiran i detaljno opisan modificirani metaheuristički Bat algoritam. Iako je originalni Bat algoritam dizajniran za rješavanje problema kontinuirane optimizacije, implementirani Bat algoritam je prilagođen za rješavanje definiranog problema. Algoritam je upoređen sa metodom iscrpnog pretraživanja za manje instance i sa pohlepnom i genetskim algoritmom za veće instance. Algoritam je testiran na referentnim podacima o gradovima u 20 evropskih zemalja, kao i na stvarnim podacima prikupljenim sa stranica na društvenoj mreži Facebook. Bat algoritam je pokazao superiorne rezultate u odnosu na druge tehnike, kako u vremenu tako i u kvaliteti generisanih rješenja.

Rad je indeksiran u sljedećim bazama: Web of Science, SCOPUS, DBLP, Google Scholar.

- [15] S. Delalić, E. Žunić, **A. Alihodžić**, E. Selmanović, *The Order Batching Concept Implemented In Real Smart Warehouse*, 2020 43rd International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO), Opatija, Croatia, 2020, pp. 1685-1690, DOI: <https://doi.org/10.23919/MIPRO48935.2020.9245256>

U ovom radu je implementiran Bečing poredak (eng. *Order Batching*) implementiran u stvarnom pametnom skladištu. Naime, distribucijske firme često skladište robu u velikim skladištima. Narudžbe se prikupljaju i pripremaju za transport. Velika skladišta često su podijeljena u sektore. Svaki radnik preuzima dio narudžbe iz dodijeljenog sektora. U tom slučaju radnici često biraju male narudžbe i proces nije optimalan. Stoga se radi grupiranje narudžbi, gdje jedan radnik prikuplja više narudžbi odjednom. U ovom radu opisan je inovativni koncept grupiranja narudžbi u skladištu sa 48-satnom dostavom temeljen na metaheurističkom pristupu. Algoritam dijeli svaku narudžbu po sektorima. Radi se analiza svakog dijela narudžbe i provjerava mogućnost grupiranja prema sadržaju narudžbe. Skupljanje naloga temelji se na diskretnom Bat algoritmu. Pridržava se transportne sheme i redoslijeda utovara robe u kamion. U procesu komisioniranja narudžbi uzimaju se u obzir brojna standardna ograničenja, kao što su: težina i prioriteta stavki. Koncept je implementiran i testiran za 50 dana rada skladišta u jednom od najvećih skladišta u Bosni i Hercegovini. Algoritam se upoređuje sa ranijim pristupom prikupljanja narudžbi u skladištu, a uočen je značajan napredak u broju prijeđenih kilometara na dnevnoj bazi.

Rad je indeksiran u sljedećim bazama: Web of Science, SCOPUS, DBLP, IEEE Xplore, Google Scholar.

- [16] **A. Alihodžić**, S. Delalic and D. Hasic, *An Exact Two-Phase Method For Optimal Camera Placement In Art Gallery Problem*, Proceedings of the 2020 Federated Conference on Computer Science and Information Systems, FedCSIS 2020, IEEE, pp. 215-222, DOI: <https://doi.org/10.15439/2020F79>

U ovom radu je opisan veoma efikasan egzaktni dvofazni metod za optimalno postavljanje kamera u umjetničkoj galeriji. Poznato da određivanje optimalnog broja čuvara koji mogu pokriti unutrašnjost jednostavnog nekonveksnog poligona predstavlja NP-težak problem. Optimalno postavljanje čuvara može se opisati kao problem koji traži najmanji broj čuvara potrebnih za pokrivanje svake tačke u složenom okruženju. U ovom radu, predložen je egzaktni dvofazni metod, kao i približna metoda za rješavanje navedenog problema. Predloženi egzaktni pristup u prvoj fazi preslikava problem postavljanja kamera u problem pokrivanja skupa, dok se u drugoj fazi koristi poznati najsavremeniji CPLEX rješavač za rješavanje problema pokrivanja skupa. Izvedba našeg kombiniranog egzaktnog algoritma uspoređena je sa izvedbom aproksimativnih algoritama iz literature. Prema rezultatima prikazanim u eksperimentalnoj analizi, može se vidjeti da egzaktni deterministički pristup nadmašuje aproksimativne algoritme za sve slučajeve.

Rad je indeksiran u sljedećim bazama: SCOPUS, DBLP, IEEE Xplore, Google Scholar.

- [17] **A. Alihodzic**, S. Delalic and D. Gusic, *An Effective Integrated Metaheuristic Algorithm For Solving Engineering Problems*, 2020 15th Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS), IEEE, Sofia, Bulgaria, 2020, pp. 207-214, DOI: <https://doi.org/10.15439/2020F81>

U ovom radu predložen je efikasan integrisani metaheuristički algoritam za rješavanje inženjerskih problema. Naime, radi se o primjeni integrisanog bat algoritma sa simuliranim kaljenjem (eng. *Integrated Bat Algorithm with Simulated Annealing*, **I-BASA**) za rješavanje određene klase inženjerskih problema koji se odnose na problema sa ograničenjem. Predložena I-BASA metoda uključuje simulirano kaljenje, Gaussovu distribuciju i novi operator mutacije u originalni Bat algoritam kako bi se postiglo ubrzanje performansi pretraživanja, kao i dodatno poboljšala diversifikacija cijelog prostora. Predložena metoda izvodi balansiranje između eksploatacije Bat algoritma i globalne eksploracije postignute upotrebom simuliranog kaljenja. Standardni inženjerski benchmark problemi iz literature razmatrani su u takmičenju između naše integrirane metode i najnovijih algoritama inteligencije roja u području optimizacije dizajna. Rezultati eksperimentalne analize pokazuju da I-BASA metod proizvodi visoko kvalitetna rješenja, kao i mali broj funkcijskih evaluacija.

Rad je indeksiran u sljedećim bazama: Web of Science, SCOPUS, DBLP, IEEE Xplore, Google Scholar.

- [18] Tuba E., Capor Hrosik R., **Alihodzic A.**, Jovanovic R., Tuba M., *Support Vector Machine Optimized by Fireworks Algorithm for Handwritten Digit Recognition*. In: Simian D., Stoica L. (eds) *Modelling and Development of Intelligent Systems. MDIS 2019. Communications in Computer and Information Science*, vol 1126. Springer, Cham., DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-39237-6_13

U ovom radu predstavljene su **mašine potpornih vektora** (eng. *Support Vector Machines*, **SVM**) optimizovane **algoritmom vatrometa** (eng. *Fireworks algorithm*) u cilju prepoznavanje rukom pisanih cifara od 0 do 9. Prepoznavanje rukom pisanih cifara važno je potpodručje u području istraživanja prepoznavanja objekata. Mašine potpornih vektora predstavljaju vrlo uspješan binarni klasifikator. Osnovna verzija ovih mašina mora se poboljšati kako bi se nosili sa problemima u stvarnom svijetu. Uvođenje meke margine za outliere i pogrešno klasificirane uzorke, kao i kernel funkcije za nelinearno separabilne podatke dovodi do teškog problema optimizacije, koji se odnosi na adekvatnu selekciju parametara. Pretraživanje mreže koje se često koristi prilično je neučinkovito. U ovom radu, predloženo je korištenje jednog od najnovijih algoritama inteligencije roja, algoritma vatrometa, za podešavanje parametara mašina potpornih vektora. Modificirani SVM metod testiran je na standardnoj MNIST bazi rukom pisanih cifara predstavljenih preko slika formata 28x28 piksela, koji u osnovi radi sa odabranim skupom jednostavnih značajki. Na osnovu eksperimentalnih rezultata, vidi se da naša metoda generiše bolje rezultate u poređenju sa drugim algoritmima iz literature.

Rad je indeksiran u sljedećim bazama: Web of Science, SCOPUS, DBLP, INSPEC, EI Compindex, Zentralblatt MATH, Google Scholar.

- [19] Delalić Sead, Chahin, Malek, **Alihodžić Adis**, *Optimal City Selection and Concert Tour Planning Based on Heuristic Optimization Methods and the Use of Social Media Analytics*, XXVII International Conference on Information, Communication and Automation Technologies (ICAT), 2019, pp. 1-6, DOI: <https://doi.org/10.1109/ICAT47117.2019.8939040>

U ovom radu je predstavljena metoda za optimalan odabir grada i planiranje koncertne turneje na temelju heurističkih metoda optimizacije i korištenja analitike društvenih medija. Naime, planiranje koncertnih turneja može biti zahtjevan proces koji zahtjeva veliku količinu podataka za analizu. Najveći profit ne može se postići samo maksimiziranjem očekivanog broja posjetitelja. No, većina se organizatora uglavnom fokusira na taj dio planiranja. Kako bi ostvarili najveći mogući profit, organizatori moraju uključiti i druge podatke u svoju analizu. Društveni mediji igraju snažnu ulogu u glazbenoj industriji. Većina navedenih podataka može se pronaći online na društvenim mrežama kao što su: Facebook, YouTube ili Instagram. Takvi se podaci mogu pronaći u analitičkim odjeljcima stranica za fanove ili događaje. U ovom radu uvedeni su algoritmi za planiranje putovanja korištenjem gore navedenih podataka. Predloženi algoritmi temelje se na heurističkim metodama kao što su: simulirano kaljenje i genetski algoritam. Također, implementirana je metoda koja se temelji na klasterizaciji. Prethodno navedeni algoritmi testirani su na instancama iz stvarnog svijeta iz analitike Facebook fan stranica i koriste broj fanova i udaljenost između gradova.

Rad je indeksiran u sljedećim bazama: Web of Science, SCOPUS, DBLP, IEEE Xplore, Google Scholar.

- [20] Delalić Sead, **Alihodžić Adis**, Selmanović Elmedin, *Innovative Usage of Online Platforms Analytics on Event Planning based on the Genetic Algorithm with Greedy Approach*, XXVII International Conference on Information, Communication and Automation Technologies (ICAT), 2019, pp. 1-6, DOI: <https://doi.org/10.1109/ICAT47117.2019.8938919>

U ovom radu predložena je inovativna upotreba analitike online platformi za planiranje događaja zasnovanih na genetskom algoritmu sa pohlepnim pristupom. Poznato je da mnogi korisnici trebaju platforme društvenih medija za poboljšanje poslovanja. Korištenje tih platformi obično je usmjereno na marketing i ciljanje kupaca. Platforme poput Facebooka, Instagrama ili YouTubea svojim korisnicima daju veliki broj izvještaja i analitičkih alata. Javne osobe i organizacije imaju velik broj pratitelja koji generiraju značajan broj aktivnosti. Ovaj se rad fokusira na korištenje Facebookove geografske analitike u procesu planiranja događaja. Problem je formuliran kao problem kombinatorne optimizacije. Podaci sa platformi društvenih medija koriste se kao ulaz u algoritam optimizacije inspiriran prirodom. Izrađen je skup javnih podataka sa gradovima iz 20 europskih zemalja. Predlaže se prilagođeni genetski algoritam (AGA). Pohlepni pristup i AGA upoređuju se na stvarnim podacima sa nekoliko Facebook stranica i na kreiranom javnom skupu podataka. Genetski algoritam pokazuje bolje rezultate i daje isto rješenje kao i iscrpna pretraga koja je primijenjena na manji broj instanci.

Rad je indeksiran u sljedećim bazama: Web of Science, SCOPUS, DBLP, IEEE Xplore, Google Scholar.

- [21] Sead Delalić, Emir Žunić, **Adis Alihodžić**, Elmedin Selmanović, *A Discrete Bat Algorithm for the Rich Vehicle Routing Problem*, 44th International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO), Opatija, Croatia, 2021, pp. 1058-1063, DOI: <https://doi.org/10.23919/MIPRO52101.2021.9597108>

U ovom se radu predlaže diskretna verzija **algoritma šišmiša** (eng. *Bat algorithm*) za rješavanje problema rutiranja vozila. Problem rutiranja vozila jedan je od najsloženijih problema u području kombinatorne optimizacije. Kreiranje optimalnih ruta dovodi do pravovremene isporuke narudžbi do krajnjih kupaca, čime se povećava učinkovitost firme i omogućava maksimalna zarada. Problem rutiranja vozila sa nizom ograničenja iz stvarnog svijeta naziva se **obogaćen problem rutiranja vozila** (eng. *Rich Vehicle Routing Problem, RVRP*). U radu je prikazan pristup rješavanju RVRP-a, gdje se posmatra problem asimetričnog rutiranja sa heterogenim voznim parkom, vremenskim prozorima, ograničenjima korisnik-vozilo i nizom drugih ograničenja. Pristup rješava problem u dvije faze, dijeljenjem korisnika u klustere pomoću diskretnog metaheurističkog Bat algoritma, te rješavanjem problema usmjeravanja za svaki dobiveni klaster. Predloženi pristup je testiran za 26 dana isporuke iz velikih skladišta u Bosni i Hercegovini. Ostvarene su značajne uštede u odnosu na prethodno primijenjene pristupe. Sve kreirane rute bile su izvedive. Pristup automatski kreira rute, te daje rezultate u kraćem vremenu od dosadašnjih pristupa iz literature. Vrijeme se ne povećava značajno sa povećanjem broja kupaca, što je velika prednost predloženog pristupa, kao i kvaliteta dobijenih rješenja.

Rad je indeksiran u sljedećim bazama: Web of Science, SCOPUS, DBLP, IEEE Xplore, Google Scholar.

2.2.2. Citiranost radova

Pregledom relevantnih baza podataka vidljivo je da Prof. dr. Adis Alihodžić ima više od 286 citata.

2.2.3. Mentorstva

Prof. dr. Adis Alihodžić je bio mentor šest uspješno odbranijenih završnih radova II ciklusa studija:

1. Lejla Džananović, „Determinističke i metaheurističke metode za određivanje minimalnog broja čuvara umjetničke galerije“, PMF Sarajevo, Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo, 2020.
2. Faris Hambo, „Unapređenja metoda mašinskog učenja za automatsko identificiranje stanica raka kod mamografskih slika“, PMF Sarajevo, Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo, 2020.
3. Enes Zvorničanin, „Primjena tehnika mašinskog učenja za predikciju kretanja cijena dionica na berzi“, PMF Sarajevo, Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo, 2021.
4. Malek Chahin, „Nove tehnike za klasterizaciju embediranih čvorova zasnovane na metaheuristikama“, PMF Sarajevo, Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo, 2021.
5. Rasema Bihorac, Pohrana pjesme „Zapis o zemlji“ u molekulu DNK, PMF Sarajevo, Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo, 2021.
6. Benjamin Varatanović, „Grafovske neuralne mreže“, PMF Sarajevo, Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo, 2022.

Prof. dr. Adis Alihodžić je bio mentor jedne uspješno odbranjene doktorske disertacije na III ciklusu studija:

1. Sead Delalić, „Nove tehnike za rješavanje teških optimizacijskih problema u data miningu zasnovane na metaheuristikama“, PMF Sarajevo, Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo, 2021.

2.2.4. Objavljene knjige

Damir Hasić, **Adis Alihodžić**, Elmedin Selmanović, *Teorija izračunljivosti*, Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu, 2021.

Fikret Čunjalo, **Adis Alihodžić**, *Uvod u statistiku: Teorija sa riješenim zadacima*, Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu, 2023.

2.2.5. Naučno-istraživački projekti

Prof. dr. Adis Alihodžić je učesnik u dva (2) naučno-istraživačka projekta koja okupljaju učesnike iz više od dvadesetpet (25) zemalja:

1. **COST Action:** CA18226 - *New approaches in detection of pathogens and aeroallergens*;
2. **COST Action:** CA18203 - *Optimising Design for Inspection*.

2.2.6. Učešće na konferencijama

1. International Conference on Electrical, Computer, Communications and Mechatronics Engineering (ICECCME 2023), 19-20 July 2023, Tenerife, Canary Islands, Spain.
2. 10th International Conference on Numerical Methods and Applications NM&A'22, 22-26 August, Borovets, Bulgaria, 2022.
3. 2nd FICR International Conference on Rising Threats in Expert, Applications and Solutions, 7-8th Jan 2022.
4. 10th International Symposium on Digital Forensics and Security, Istanbul, Turkey, 2022.
5. 13th International Conference, LSSC 2021, Sozopol, Bulgaria, June 7–11, 2021.
6. Computing Conference 2021, 15-16 July 2021, London, UK.
7. The Sixth International Congress on Information and Communication Technology
8. ICICT 2021, London.
9. 15th Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS), IEEE, Sofia, Bulgaria.
10. XXVII International Conference on Information, Communication and Automation Technologies (ICAT).

2.2.7. Recenzije

Prof. dr. Adis Alihodžić bio je recenzent udžbenika „Elementarna matematika – prvi dio“, autora Jasmina Bekteševića, Vahidina Hadžiabdića, Dine Kamber Hamzić i Midhata Mehuljića, u izdanju Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Sarajevu.

3. Pedagoško iskustvo

U zvanju asistenta i višeg asistenta kandidat je držao vježbe iz slijedećih predmeta: Uvod u matematičku logiku, Uvod u matematičko modeliranje, Uvod u računare, Programske paradigme, Osnove računarstva, Uvod u veb dizajn, Programiranje I, Računarske mreže, Teorija podataka, Kompjuterska geometrija, Računarska grafika, Operativni sistemi, Vještačka inteligencija, Mrežno i web programiranje, Napredne baze podataka, Dinamički veb sistemi, Matematske metode u obradi i vizualizaciji digitalne slike, Softversko inženjerstvo, Napredne programerske tehnike, Fuzzy sistemi i neuronske mreže, Primjena web tehnologija u matematici, Mrežne, internet i web tehnologije.

U zvanju docenta kandidat je izvodio i izvodi nastavu iz predmeta: Računarski sistemi, Kompjuterska geometrija, Baze podataka, Programiranje II, Uvod u matematičko modeliranje, Dinamički web sistemi, Mašinsko učenje, Web programiranje II, Mrežno programiranje, Matematske metode u obradi i analizi digitalne slike, Neuralne mreže, Napredne baze podataka, Metaheuristike. Također, je angažiran kao nastavnik na III ciklusu-doktorskom studiju Odsjeka za matematiku.

U zvanju vanrednog profesora kandidat je izvodio i izvodi nastavu iz predmeta: Računarski sistemi, Kompjuterska geometrija, Baze podataka, Programiranje II, Uvod u matematičko modeliranje, Dinamički web sistemi, Mašinsko učenje, Web programiranje II, Mrežno programiranje, Matematske metode u obradi i analizi digitalne slike, Neuralne mreže, Napredne baze podataka, Metaheuristike. Također, je angažiran kao nastavnik na III ciklusu-doktorskom studiju Odsjeka za matematiku.

4. Saradnja sa institucijama relevantim za stručnu, umjetničku ili nučnu oblast

1. Viši asistent-spoljni saradnik na Mašinskom fakultetu Univerziteta u Sarajevu od septembra 2012. godine, na predmetu *Programiranje*.
2. Docent - spoljni saradnik na Pedagoškom fakultetu Univerziteta u Sarajevu od septembra 2017. godine, na predmetu *Osnove kompjuterske geometrije*.
3. Docent - spoljni saradnik na Fakultetu sporta i tjelesnog odgoja Univerziteta u Sarajevu od septembra 2018. godine, na predmetu *Informatika u sportu*.

ZAKLJUČAK I PRIJEDLOG

Na osnovu člana 176. (Zakon o visokom obrazovanju Kantona Sarajevo, "Sl. novine Kantona Sarajevo" 36/22), koji glasi: "svi članovi koji su izabrani u akademsko zvanje prema odredbama zakona koji prestaje da važi stupanjem na snagu ovog zakona zadržavaju pravo da budu izabrani u isto ili više akademsko zvanje prema uslovima propisanim ranijim zakonom." i člana 96.(e) (Zakon o visokom obrazovanju Kantona Sarajevo, "Sl. novine Kantona Sarajevo" 33/17, 35/20, 40/20 i 39/21), prijavljeni kandidat, **prof. dr. Adis Alihodžić** ispunjava sve zakonske uslove za **prijevremeni izbor** u zvanje **redovnog profesora** za oblast *Teorijska kompjuterska nauka*, pošto:

- proveo je bar tri godine izbornog perioda u zvanju vanrednog profesora

- nakon prethodnog izbora objavio je dvadeset-jedan naučni rad u međunarodnim časopisima koji se prikazuju u relevantnim naučnim bazama podataka
- objavio je dvije recenzirane univerzitetske knjige
- izlagao je na međunarodnim naučnim skupovima
- učestvovao je kao istraživač na dva evropska naučno-istraživačka projekta koja okupljaju učesnike iz više od dvadesetpet (25) zemalja
- bio je mentor pri izradi šest uspješno odbranih završnih radova II ciklusa studija
- bio je mentor pri izradi jednog uspješno odbranjenog doktorskog rada na III ciklusu studija
- posjeduje potrebno pedagoško iskustvo u oblasti za koju se bira

Na osnovu svega izloženog, Komisija sa zadovoljstvom predlaže izbor prof. dr. Adisa Alihodžića u zvanje redovnog profesora za oblast *Teorijska kompjuterska nauka* na Odsjeku za matematičke i kompjuterske nauke Univerziteta u Sarajevu – Prirodno-matematičkog fakulteta.

Sarajevo, februar 2024.

prof. dr. Dženan Gušić

prof. dr. Senada Kalabušić

prof. dr. Esmir Pilav